

SINTEX-F 季節予測システムでみた 日本の 2 ヶ月先の月平均気温の予測可能性

○土井 威志*
(*JAMSTEC/VAiG/APL,)

キーワード：季節予測、精度評価、シグナルノイズ比

1. はじめに

JAMSTEC アプリケーションラボ では、季節予測シミュレーション「SINTEX-F」を、毎月準リアルタイムに運用しているが、日本を含む、東アジアの予測精度は低いのが現状である。本研究では、「SINTEX-F」を使って日本の 2 ヶ月先の月平均気温の予測精度を調査すると共に、予測精度が低い場合においても有益な予測情報を発掘することが出来ないかを考えた。特に、「SINTEX-F」の最新版は、100 を超えるアンサンブル数(単一の気候モデルを使うシステムでは世界最大規模)で予測を実施しており(Doi et al. 2019)、数値カオス性(僅かな条件の違いでも、予測シミュレーションの結果が変わる性質)が強い中緯度域の季節予測において、新しい知見を開拓するために、有利であることが期待される。

2. 日本の 2 ヶ月先の月平均気温の予測可能性

日本付近(129°-141°E, 30°N-37°N)で領域平均した月平均気温偏差の予測精度の季節性を調べた(図 1)。ここでは、2 ヶ月先(例えば 11 月初旬から 12 月を予測する場合)の精度に注目し、「SINTEX-F」の最新版による 1983-2020 年の過去再予測結果(108 アンサンブルメンバー平均)と NCEP/NCAR 再解析データとの相関係数で精度を評価した。線形トレンドは除去した。その結果、Persistent 予測(予測開始時期の状況が持続すると仮定した予測。その精度は自己ラグ相関係数に相当)の精度を上回るのは、9 月の予測のみであった。再解析データを基準とし

て、9 月の気温偏差が 0.5°C より高い年を選んで合成解析を実施したところ、エルニーニョ・南方振動の影響が大きいことを見出した(図無し)。

興味深いことに、シグナルとノイズの比(SNR: ここでは、アンサンブル平均値をシグナル、アンサンブルスプレッドをノイズとして、その比で定義した)が比較的高い年を選ぶことで、12 月の予測精度が 0.6 以上に高まり、Persistent 予測の精度を上回ることがわかった。

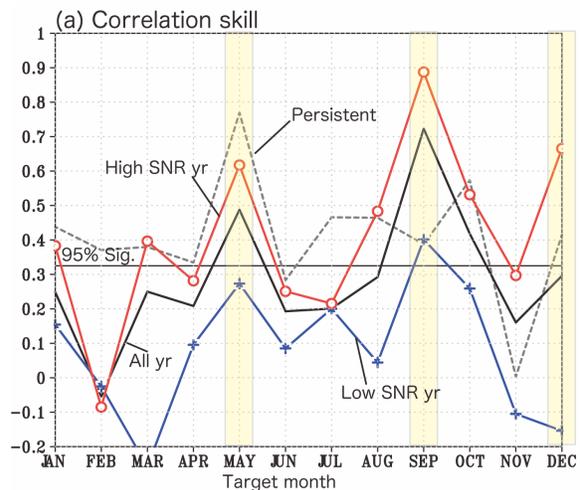


図 1: 2 ヶ月先(例えば 11 月初旬から 12 月を予測する場合)の日本付近(129°-141°E, 30°N-37°N)で領域平均した月平均気温偏差の予測精度(相関係数スキル)の季節性(黒線)。1 に近いほど予測スキルが高い。SINTEX-F2 季節予測システム(Doi et al. 2019)による 1983-2020 年の過去再予測実験の結果で、108 アンサンブルメンバーの平均値と NCEP/NCAR 再解析データの値から計算した。線形トレンドは除去した。Persistent 予測の予測スキル(自己ラグ相関係数)は灰色線

で示した。SNR が、1983-2020 年の平均値より高い年を選択し、その年だけで予測精度を計算した場合を赤線、それ以外の年で計算した場合を青線で示した。

3. 12月の予測精度とSNR

12月の気温偏差の時系列を図2で示した。一見して、全体的に予測精度が低いことが確認できるが、SNRが高い年(例えば、1984年、1994年、2006年、2019年など)に限れば、予測が成功していることがわかる。

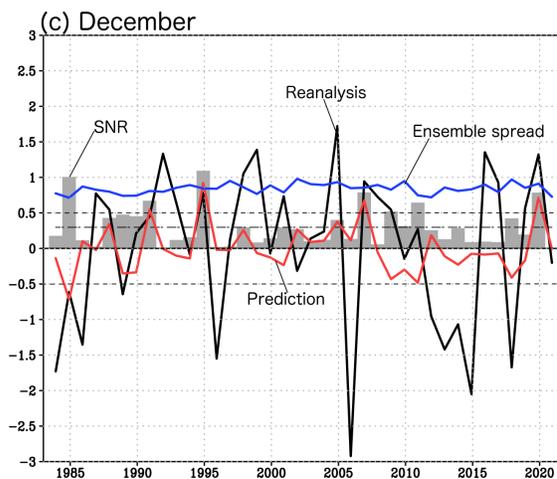


図 2: 12月の日本付近(129°-141°E, 30°N-37°N)で領域平均した月平均気温偏差の時系列(°C, 赤線:NCEP/NCAR再解析データ, 黒線: SINTEX-F2 季節予測システムによる1983-2020年の過去再予測実験の結果で、108アンサンブルメンバーの平均値)。アンサンブルスプレッド(°C, 青線), SNR(灰色柱), 1983-2020で平均したSNR(1点鎖線)も示した。

1983-2020で平均したSNR値よりSNRが高い年を選択すると15年あった(1984, 1987, 1988, 1989, 1990, 1994, 1997, 2000, 2004,

2006, 2008, 2009, 2010, 2017, 2019)。その15年間のみで相関係数スキルを計算すると0.67で、それ以外の23年間で計算したスキル-0.15と比べてはるかに高精度であった(差は99%の信頼限界で有意)。

4. 108アンサンブル予測メンバーの共変動

予測シミュレーションのアンサンブルメンバー各々の結果のバラツキに対し、何らかの物理的構造や制御プロセスを持つ「共変動」が無いかを調べた。このような解析は、エルニーニョ現象やインド洋ダイポールモード現象の予兆やそのテレコネクションの可能性を見出す研究で実績がある(Ma et al. 2017; Ogata et al. 2019; Doi et al. 2020a,c)。

図3は、日本付近で高温偏差が強く予測されるアンサンブルメンバーでは、インド洋熱帯域西部の高温偏差や、熱帯太平洋でエルニーニョモドキ的な構造が強く表れることを示しており、これらが日本の気温予測の潜在的根拠になり得ることが示唆される。これは、過去最強クラスの正のインド洋ダイポールモード現象(Doi et al. 2020a; Wang et al. 2020; Du et al. 2020; Lu and Ren 2020)が発生した2019/2020年の冬季の状況とも酷似している(Doi et al. 2020b)。

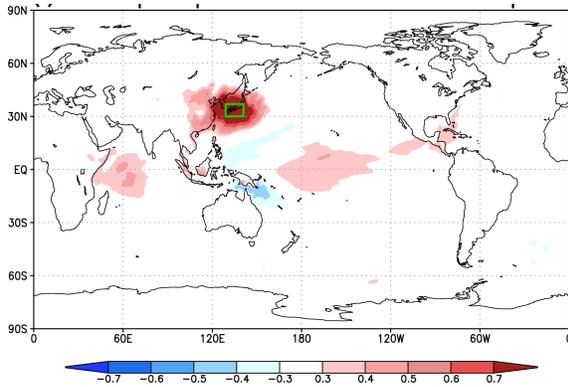


図 3: 12 月の日本付近(129°-141°E, 30°N-37°N, 黄緑色線で図示)で領域平均した月平均気温偏差の予測値と、地上 2m の気温の予測値について、アンサンブル位相空間での相関係数を調べた結果。SNR が高い 15 年の 108 のアンサンブル予測シミュレーションから算出したため、サンプル数は 1620。

5. まとめ

「SINTEX-F」を使って、日本の 2 ヶ月先の月平均気温の予測精度を調査したところ、Persistent 予測の精度を上回るのは、9 月の予測のみであった。「SINTEX-F」の最新版は、100 を超えるアンサンブル数を有するものの、日本を含む、東アジアの季節予測は未だチャレンジングな課題であることが確認できた。その中で、SNR が高い年に限れば、12 月の予測についても、Persistent 予測の精度を上回ることを見出した。さらに、アンサンブル位相空間での共変動解析によって、12 月の日本の気温予測の鍵になるのが、インド洋熱帯域西部の高温偏差や、エルニーニョモドキ的な構造であることを示した。

JAMSTEC アプリケーションラボ では、準リアルタイムの季節予測情報として、主にアンサンブル平均値を提供してきたが、本研究の成

果により、SNR やアンサンブル位相空間での共変動解析結果も併せて提供することで、各々の予測の精度や予測の潜在的根拠についてより踏み込んだ情報を提供できる可能性があることが示唆できた。それらの情報は、ユーザー側が季節予測結果をさらに深く理解し、その適切な利活用を促進するための一助になると考える。

参考文献

- Doi, T., S. K. Behera, and T. Yamagata, 2019: Merits of a 108-member ensemble system in ENSO and IOD predictions. *J. Clim.*, **32**, 957-972. doi:10.1175/JCLI-D-18-0193.1
- , ——, and ——, 2020a: Predictability of the Super IOD Event in 2019 and Its Link With El Niño Modoki. *Geophys. Res. Lett.*, **47**, e2019GL086713. doi:10.1029/2019GL086713
- , S. K. Behera, and T. Yamagata, 2020b: Wintertime impacts of the 2019 super IOD on East Asia. *Geophys. Res. Lett.*, **47**, e2020GL089456. doi:10.1029/2020GL089456
- Doi, T., M. Nonaka, and S. Behera, 2020c: Skill Assessment of Seasonal-to-Interannual Prediction of Sea Level Anomaly in the North Pacific Based on the SINTEX-F Climate Model. *Front. Mar. Sci.*, **7**, doi:10.3389/fmars.2020.546587.
- Du, Y., Y. Zhang, L. Y. Zhang, T. Tozuka, B.

- Ng, and W. Cai, 2020: Thermocline Warming Induced Extreme Indian Ocean Dipole in 2019. *Geophys. Res. Lett.*, **47**, 1–10, doi:10.1029/2020GL090079.
- Lu, B., and H. L. Ren, 2020: What caused the extreme Indian Ocean Dipole event in 2019? *Geophys. Res. Lett.*, **47**, e2020GL087768. doi:10.1029/2020GL087768.
- Ma, J., S. P. Xie, and H. Xu, 2017: Contributions of the North Pacific meridional mode to ensemble spread of ENSO prediction. *J. Clim.*, **30**, 9167–9181, doi:10.1175/JCLI-D-17-0182.1.
- Ogata, T., T. Doi, Y. Morioka, and S. Behera, 2019: Mid-latitude source of the ENSO-spread in SINTEX-F ensemble predictions. *Clim. Dyn.*, **52**, 2613–2630, doi:10.1007/s00382-018-4280-6.
- Wang, G., W. Cai, K. Yang, A. Santoso, and T. Yamagata, 2020: A unique feature of the 2019 extreme positive Indian Ocean Dipole event. *Geophys. Res. Lett.*, **47**, e2020GL088615. doi:10.1029/2020GL088615.